

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

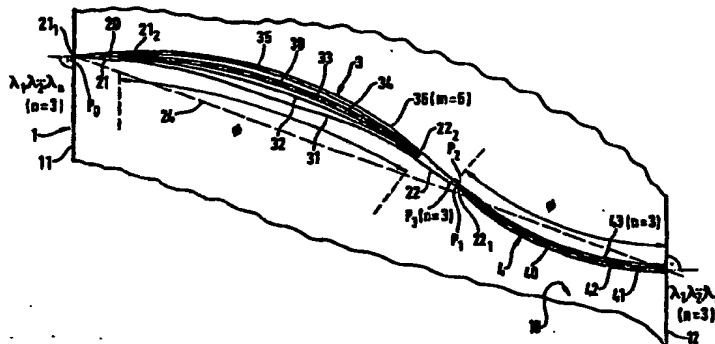


INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | |
|---|-----------|---|
| (51) Internationale Patentklassifikation 6 : G02B 6/34 | A1 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/00915 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 11. Januar 1996 (11.01.96) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/00745 (22) Internationales Anmeldedatum: 7. Juni 1995 (07.06.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 22 651.9 28. Juni 1994 (28.06.94) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MICHEL, Herbert [DE/DE]; Saleggstrasse 14, D-81547 München (DE). MÄRZ, Rein- hard [DE/DE]; Comeniusstrasse 4, D-81667 München (DE). REICHELT, Achim [DE/DE]; Querstrasse 4, D-82008 Unterhaching (DE). HEISE, Gerhard [DE/DE]; Gustav- Heinemann-Ring 6, D-81793 München (DE). | | (81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. |

(54) Title: **DEVICE FOR SPATIALLY SEPARATING AND/OR BRINGING TOGETHER OPTICAL WAVELENGTH CHANNELS**

(54) Bezeichnung: **EINRICHTUNG ZUR RÄUMLICHEN TRENNUNG UND/ODER ZUSAMMENFÜHRUNG OPTISCHER
WELLENLÄNGENKANÄLE**



(57) Abstract

In a phased-array filter, spatially separated stratified waveguides (21, 22) on the surface (10) of a substrate (1) between two substrate channels (11, 12) are optically interconnected by an optical phase shifter (3) in the form of several curved strip-like optical waveguides (31 to 3m) of different optical length. In order to be able to adjust the central wavelength of the filter steplessly within certain limits by varying the connection point, one stratified waveguide (21) is arranged directly on the other edge (11) of the substrate to permit direct connection in said stratified waveguide.

(57) Zusammenfassung

Bei einem Phased-Array-Filter sind auf der Oberfläche (10) eines Substrats (1) zwischen zwei Substratkanten (11, 12) angeordnete, räumlich voneinander getrennte Schichtwellenleiter (21, 22) durch einen optischen Phasenschieber (3) in Form mehrerer gebogen verlaufender streifenartiger optischer Wellenleiter (31 bis 3m) unterschiedlicher optischer Länge optisch miteinander verbunden. Um die Zentralwellenlänge des Filters durch Variation des Ortes der Einkopplung innerhalb gewisser Grenzen kontinuierlich einstellen zu können, ist ein Schichtwellenleiter (21) unmittelbar an der anderen Substratkante (11) angeordnet, um eine direkte Einkopplung in diesen Schichtwellenleiter zu ermöglichen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich | GA | Gabon | MR | Mauretanien |
| AU | Australien | GB | Vereinigtes Königreich | MW | Malawi |
| BB | Barbados | GE | Georgien | NE | Niger |
| BE | Belgien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BJ | Benin | IE | Irland | PL | Polen |
| BR | Brasilien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BY | Belarus | JP | Japan | RO | Rumänien |
| CA | Kanada | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CG | Kongo | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CH | Schweiz | KR | Republik Korea | SI | Slowenien |
| CI | Côte d'Ivoire | KZ | Kasachstan | SK | Slowakei |
| CM | Kamerun | LI | Liechtenstein | SN | Senegal |
| CN | China | LK | Sri Lanka | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| ES | Spanien | MG | Madagaskar | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | ML | Mali | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MN | Mongolei | VN | Vietnam |

Beschreibung

5 Einrichtung zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung optischer Wellenlängenkanäle

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung optischer Wellenlängenkanäle nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10

Derartige Einrichtungen finden in der optischen Informationsübertragung zunehmendes Interesse als spektrale Filter für den Wellenlängen-Multiplex-Betrieb (siehe beispielsweise A.R. Vellekoop, M.K. Smit: Four-channel integrated-optic wave-length demultiplexer with weak polarisation dependence, IEEE J. Lightwave Techn. 9 (1991), S. 310-314; H. Takahashi, I. Nishi, Y. Hibino: 10 GHz spacing optical frequency division multiplexer based on arrayed-waveguide grating, Electron. Lett. 28 (1992), S. 380-383; C. Dragone, C.A. Edwards, R.C. Kistler: Integrated optics NxN multiplexer on silicon, IEEE J. Lightwave Techn. 10 (1992), S. 896-899; R. Adar, C.H. Henry, C. Dragone, R. C. Kistler, M.A. Milbrodt: Broad-band arrayed multiplexers made with silica waveguides on silicon, IEEE J. Lightwave Techn. 11 (1993), S. 212-219.). Sie werden
25 auch als Phased-Array-Filter bezeichnet.

Wie konventionelle Gitter-Spektrographen ermöglichen derartige Einrichtungen die parallele Filterung vieler optischer Wellenlängenkanäle.

30

Die bei einer derartigen Einrichtung vorgesehene optische Phasenschieberanordnung aus den mehreren gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleitern unterschiedlicher Länge bildet einen Phasenschieberbereich.

35

Bei einer bereits vorgeschlagenen Einrichtung der eingangs genannten Art ist eine Einkoppelanordnung aus wenigstens

einem zu den Wellenleitern der Phasenschieberanordnung entgegengesetzt gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleiter vorhanden, welche die der Substratkante zugekehrte Stirnfläche des einen Schichtwellenleiters optisch mit dieser Substratkante verbindet. Die von der Phasenschieberanordnung abgekehrte Stirnfläche des anderen Schichtwellenleiters ist durch zu den Wellenleitern der Phasenschieberanordnung entgegengesetzt gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleiter einer Auskoppelanordnung optisch mit einer diesem anderen Schichtwellenleiter zugeordneten anderen Substratkante verbunden.

Zur räumlichen Trennung der optischen Wellenlängenkanäle λ_1 bis λ_n , wobei n eine beliebige ganze Zahl sein kann, werden diese Wellenlängenkanäle an der einen Substratkante in einem gemeinsamen Punkt in den Wellenleiter der Einkoppelanordnung eingekoppelt und dem einen Schichtwellenleiter zugeführt. In diesem Schichtwellenleiter breitet sich das Licht frei aus und wird gleichmäßig auf die Wellenleiter der Phasenschieberanordnung verteilt, d.h. jeder einzelne Wellenlängenkanal wird gleichmäßig auf diese Wellenleiter verteilt.

Das auf die Wellenleiter der Phasenschieberanordnung verteilte Licht wird in diesen Wellenleitern mit einer von Wellenleiter zu Wellenleiter variierenden Phasenverschiebung dem anderen Schichtwellenleiter zugeführt. Im anderen Schichtwellenleiter wird das gefilterte Licht je nach seiner Wellenlänge auf je einen von mehreren räumlich getrennten Punkten auf der von der Phasenschieberanordnung abgekehrten Stirnfläche des anderen Schichtwellenleiters fokussiert. An jeden dieser Punkte ist je einer der Wellenleiter der Auskoppelanordnung angekoppelt.

Der oder die Wellenleiter der Einkoppelanordnung und die Wellenleiter der Auskoppelanordnung haben zwei Funktionen zu erfüllen:

- a) Durch ihre Lage und Breite bestimmten sie die Wellenlänge und Bandbreite der einzelnen Wellenlängenkanäle des Filters, analog zum Spalt eines konventionellen optischen Monochromators.
- 5 b) Durch ihre Krümmung gleichen sie gemeinsamen den gekrümmten Verlauf der Wellenleiter der Phasenschieberanordnung aus, so daß die Ein- und Auskopplung in das und aus dem Filter an zueinander im wesentlichen parallelen Substratkanten ermöglicht ist.

10

Zusätzlich sollen die Wellenleiter der Auskoppelanordnung den durch die Dispersion des Filters bedingten räumlichen Abstand der Wellenlängenkanäle so weit erhöhen, daß sich Faser- oder Photodiodenarrays direkt an die Einrichtung ankoppeln lassen.

15

Ein Nachteil des Phased-Array-Filters gegenüber bestimmten anderen Spektrographen, beispielsweise Flat-Field-Spektrographen, besteht darin, daß die Zentralwellenlänge und der Abstand der einzelnen Wellenlängenkanäle des Filters durch die Geometrie des Layouts und durch die effektive Brechzahl der Wellenleiter vollständig festgelegt sind. Eine nachträgliche Justierung ist nicht möglich. Dadurch sind zum einen die Herstellungstoleranzen für ein Filter mit definierten Kanälen sehr eng, zum anderen wird bereits ein neues Layout erforderlich, wenn bei sonst gleichem Kanalaraster eine unterschiedliche absolute Lage der Kanäle benötigt wird.

20

25

Um zumindest eine gewisse Flexibilität in der Wahl der Zentralwellenlänge zu haben, besteht bei der vorgeschlagenen Einrichtung die Einkoppelanordnung meist aus mehreren Wellenleitern. Zu jedem von ihnen gehören dann eigene, gegenüber den anderen spektral verschobene Ausgangswellenlängenkanäle.

30

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß sich die Zentralwellenlänge der fertigen Einrichtung durch Variation des

35

Orts der Einkopplung innerhalb gewisser Grenzen kontinuierlich einstellen läßt.

5 Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

10 Durch die erfindungsgemäße Maßnahme kann das Licht direkt in den einen Schichtwellenleiter eingekoppelt werden. Eine Translation des beispielsweise durch eine Einkoppelfaser definierten und zum Einkoppeln dienenden Punktes an der be-
15 treffenden Stirnfläche des einen Schichtwellenleiters in der Ebene des einen Schichtwellenleiters parallel zur einen Substratkante führt zu einer spektralen Verschiebung der Transmissionswellenlänge eines jeden Wellenleiters der Aus-
koppelanordnung. Auf diese Weise läßt sich bei der Justierung der Einkoppelfaser die gewünschte Zentralwellenlänge der erfindungsgemäßen Einrichtung einstellen.

20 Die erfindungsgemäße Einrichtung kann auch zum Zusammenführen getrennter optischer Wellenlängenkanäle verwendet werden. Die getrennten Wellenlängenkanäle sind in diesem Fall individuell in räumlich getrennten Punkten der von der Phasenschieberan-
ordnung abgekehrten Stirnfläche des anderen Schichtwellenlei-
25 ters einzukoppeln und können an einem gemeinsamen Punkt der der einen Substratkante zugekehrten Stirnfläche des einen Schichtwellenleiters ausgekoppelt werden.

30 Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Einrich-
tung, und

35 Figur 2 eine Draufsicht auf eine bereits vorgeschlagene Einrichtung.

Die Figuren sind nicht maßstäblich und schematisch.

Bei den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Einrichtungen zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung von n ($n = 2, 3, \dots$) optischen Wellenlängenkanälen λ_1 bis λ_n sind auf der Oberfläche 10 eines Substrats 1 zwischen einer Substratkante 11 und einer dazu im wesentlichen parallelen anderen Substratkante 12

- ein der einen Substratkante 11 zugeordneter Schichtwellenleiter 21 und ein von diesem Schichtwellenleiter 21 räumlich getrennter und der anderen Substratkante 11 zugeordneter anderer Schichtwellenleiter 22,
 - eine optische Phasenschieberanordnung 3 aus m ($m = 2, 3, \dots$) gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleitern 31 bis 3m unterschiedlicher optischer Länge und
 - eine Aus- und/oder Einkoppelanordnung 4 aus n zu den Wellenleitern 31 bis 3m der Phasenschieberanordnung 3 entgegengesetzt gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleitern 41 bis 4n angeordnet,
- wobei im allgemeinen $n < m$ gewählt ist.

In den dargestellten Beispielen ist der Einfachheit halber $m = 6$ und $n = 3$ gewählt. In der Praxis sind $m = 50$ und mehr und $n = 8$ bis 10 typische Werte. Je größer n ist desto mehr Wellenlängenkanäle können durch die als optisches Gitter wirkende Phasenschiebereinrichtung getrennt werden.

Der eine und andere Schichtwellenleiter 21 und 22 weist jeweils eine der zugeordneten Substratkante 11 bzw. 12 zugekehrte Stirnfläche 21₁ bzw. 22₁ und eine von der ersten Stirnfläche 21₁, 22₁ abgekehrte Stirnfläche 21₂ bzw. 22₂ zum jeweiligen Ein- und/oder Auskoppeln der optischen Wellenlängenkanäle λ_1 bis λ_n auf.

Die Wellenleiter 31 bis 3m der Phasenschieberanordnung 3 verbinden die dieser Anordnung zugekehrte Stirnflächen 21₂ und 22₂ des einen und anderen Schichtwellenleiters 21 bzw. 22 optisch miteinander und definieren eine gemeinsame, gekrümmt

verlaufende optische Achse 30 bestimmter Krümmung sowie einen bestimmten Krümmungswinkel Φ .

Die Funktionsweise der Phasenschieberanordnung ist in der
5 nicht vorveröffentlichten älteren deutschen Patentanmeldung
P 43 32 448.7 (GR 93 P 8041 DE) beschrieben. Bei dieser be-
reits beschriebenen Phasenschieberanordnung liegt die Beson-
derheit vor, daß zumindest ein Wellenleiter eine steuerbare
10 Phasenschiebereinrichtung zur gesteuerten Erzeugung einer
Phasenverschiebung einer in diesem Wellenleiter geführten
optischen Welle aufweist. Diese Besonderheit, die eine Ver-
besserung ist, ist im allgemeinen und auch bei der hier be-
schriebenen erfindungsgemäßen Einrichtung nicht erforderlich,
kann aber vorgesehen sein.

15 Die Wellenleiter 41 bis 4n der Aus- und/oder Einkoppelanord-
nung 4 verbinden die von der Phasenschiebereinrichtung abge-
kehrte Stirnfläche 22₁ des anderen Schichtwellenleiters 22
optisch mit der dieser Stirnfläche 22₁ zugeordneten anderen
20 Substratkante 12 derart, daß die Wellenleiter 41 bis 4n der
Aus- und/oder Einkoppelanordnung 4 im wesentlichen senkrecht
an der andern Substratkante 12 enden und definieren eine
gemeinsame gekrümmt verlaufende zweite Achse 40 einer zur
Krümmung der Achse 30 der Phasenschiebereinrichtung 3 entge-
25 gengesetzten aber im wesentlichen gleich großen Krümmung
sowie den gleichen Krümmungswinkel Φ . "Senkrecht an der
Substratkante enden" bedeutet, daß die optische Achse 40 der
Aus- und/oder Einkoppelanordnung 4 die andere Substratkante
12 senkrecht schneidet.

30 Bei der in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Einrich-
tung liegt die erfindungswesentliche Besonderheit vor, daß der
der einen Substratkante 11 zugeordnete eine Schichtwellen-
leiter 21 unmittelbar an dieser Substratkante 11 derart
35 angeordnet ist, daß eine optische Achse 20 dieses einen
Schichtwellenleiters 21, welche die beiden Stirnflächen 21₁

und 21₂ dieses Schichtwellenleiters verbindet, im wesentlichen senkrecht zur ersten Substratkante 11 ist.

Überdies liegt bei der erfindungsgemäßen Einrichtung die
5 prinzipiell nicht notwendige Besonderheit vor, daß die gekrümmten Wellenleiter 31, 32, ... 3_m der Phasenschiebereinrichtung 3 und die gekrümmten Wellenleiter 41, 42, ... 4_n der Aus- und/oder Einkoppelanordnung 4 eine entgegengesetzte aber betragsmäßig im wesentlichen gleiche Krümmung und im wesentlichen den gleichen Krümmungswinkel Φ definieren.
10

Die optischen Achsen der Schichtwellenleiter und der Phasenschieberanordnung und Aus- und/oder Einkoppelanordnung gehen vorzugsweise glatt ineinander über.

15

Beim Betrieb der erfindungsgemäßen Einrichtung nach Figur 1 wird eine nicht dargestellte Faser zum Ein- und/oder Auskoppeln der Wellenlängenkanäle λ_1 bis λ_n in oder aus dem einen Schichtwellenleiter 21 gegenüber der der einen Substratkante 11 zugekehrten Stirnfläche 21₁ dieses einen Schichtwellenleiters 21 koaxial zur optischen Achse 20 dieses Schichtwellenleiters 21 derart angeordnet, daß sie längs der einen Substratkante 11 achsparallel zur optischen Achse 20 verschiebbar und dadurch auf die gewünschte Zentralwellenlänge
20 der Einrichtung einstellbar ist.
25

Durch die betragsmäßig gleiche Krümmung und den gleichen Krümmungswinkel Φ der Wellenleiter der Phasenschieber- und Aus- und/oder Einkoppelanordnung 3 bzw. 4 wird erreicht, daß
30 die Aus- und/oder Einkoppelanordnung 4 die Krümmung der Phasenschieberanordnung 3 im wesentlichen ausgleicht und daß die Wellenleiter 41 bis 4_n der Aus- und/oder Einkoppelanordnung 4 senkrecht an der zur einen Substratkante 11 im wesentlichen parallelen anderen Substratkante 12 enden.

35

Es sei darauf hingewiesen, daß bei der erfindungsgemäßen Einrichtung eine Aus- und/oder Einkoppelanordnung 4 prinzipi-

ell nicht erforderlich ist, obgleich sie in vielen Fällen vorteilhaft ist, besonders in der vorstehend beschriebenen Ausführung. Beispielsweise könnten gegenüber den Punkten der betreffenden Stirnflächen der Schichtwellenleiter, über die
5 Ein- oder Ausgekoppelt wird, verschiebbare optische Sender oder Empfänger zum Senden oder Empfangen der Wellenlängenkanäle unmittelbar gegenüber den Stirnflächen angebracht sein. Auch könnte der andere Schichtwellenleiter dann unmittelbar an der anderen Substratkante angeordnet sein.

10 Die bereits vorgeschlagene Einrichtung nach Figur 2, bei der mit der erfindungsgemäßen Einrichtung nach Figur 1 korrespondierende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen und gleich benannt sind, unterscheidet sich von der erfindungsgemäßen Einrichtung dadurch, daß keiner der beiden Schichtwellenleiter 21 bzw. 22 unmittelbar an einer Substratkante 11
15 oder 12 angeordnet ist, vielmehr ist eine Einkoppelanordnung 5 aus zumindest einem zu den Wellenleitern 31 bis 3m der Phasenschieberanordnung 3 entgegengesetzt gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleiter 51
20 vorgesehen, der die der einen Substratkante 11 zugekehrte Stirnfläche 21₁ des einen Schichtwellenleiters 21 optisch mit der einen Substratkante 11 derart verbindet, daß der Wellenleiter 51 im wesentlichen senkrecht an der einen
25 Substratkante 11 endet, und eine gekrümmt verlaufende weitere optische Achse 50 einer zur Krümmung der Achse 30 der Phasenschieberanordnung entgegengesetzten aber im wesentlichen gleich großen Krümmung sowie einen weiteren Krümmungswinkel Φ_3 definiert.

30 Der Krümmungswinkel Φ_2 der Wellenleiter 41 bis 4n der Auskoppelanordnung 4 und der Krümmungswinkel Φ_3 des Wellenleiters 51 der Einkoppelanordnung 5 betragen bei der Einrichtung nach Figur 2 jeweils gleich die Hälfte des Krümmungswinkels
35 Φ der Wellenleiter 31 bis 3m der Phasenschieberanordnung 3 dieser Einrichtung.

9

Durch diese Maßgaben wird bei der Einrichtung nach Figur 2 erreicht, daß der Wellenleiter 51 senkrecht an der einen Substratkante 11 und die Wellenleiter 41 bis 4n senkrecht an der anderen Substratkante 12 enden.

5

Im Unterschied zur vorgeschlagenen Einrichtung nach Figur 2, bei welcher eine gerade Linie 54, die das an der einen Substratkante 11 befindliche Ende des Wellenleiters 51 mit einem an der anderen Substratkante 12 befindlichen Ende eines Wellenleiters 41, 42 ... 4n verbindet, die beiden Substratkanten 11 und 12 im wesentlichen senkrecht schneidet, verläuft eine entsprechende gerade Linie 24 bei der erfindungsgemäßen Einrichtung nach Figur 1 deutlich schräg zu den Substratkanten 11 und 12 .

15

Patentansprüche

1. Einrichtung zur räumlichen Trennung optischer Wellenlängenkanäle ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$), bei der
- 5 auf der eine Substratkante (11) aufweisenden Oberfläche (10) eines Substrats (1)
- zwei räumlich voneinander getrennte Schichtwellenleiter (21, 22) und
 - eine zwischen den Schichtwellenleitern (21, 22) vorgese-

10 hene optische Phasenschieberanordnung (3) aus mehreren gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleitern (31, 32, ... 3m) unterschiedlicher optischer Länge angeordnet sind,

wobei

15 - jeder Schichtwellenleiter (21, 22) je eine der Phasenschieberanordnung (3) zugekehrte (21₂; 22₂) und je eine von der Phasenschieberanordnung (3) abgekehrte Stirnfläche (21₁; 22₁) zum Ein- und/oder Auskoppeln der optischen Wellenlängenkanäle ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) aufweist,

20 - bei einem (21) der beiden Schichtwellenleiter (21, 22) die von der Phasenschieberanordnung (3) abgekehrte Stirnfläche (21₁) der Substratkante (11) zugekehrt ist und

 - die der Phasenschieberanordnung (3) zugekehrten Stirnflächen (21₂; 22₂) der Schichtwellenleiter (21, 22) durch die

25 Wellenleiter (31, 32, ... 3m) der Phasenschieberanordnung (3) optisch miteinander verbunden sind, und

wobei

 - die Wellenlängenkanäle ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) in einem gemeinsamen Punkt (P₀) der der Substratkante zugekehrten Stirnfläche

30 (21₁) des einen Schichtwellenleiters (21) in diesen einen Schichtwellenleiter (21) einkoppelbar und in diesem einen Schichtwellenleiter (21) jeweils auf alle Wellenleiter (31, 32, ... 3m) der Phasenschieberanordnung (3) verteilbar sind, und

35 - die auf die Wellenleiter (31, 32, ... 3m) der Phasenschieberanordnung (3) verteilten Wellenlängenkanäle ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) in diesen Wellenleitern (31, 32, ... 3m) dem anderen

Schichtwellenleiter (22) zugeführt und in diesem anderen Schichtwellenleiter (22) durch optische Interferenz auf räumlich voneinander getrennte Punkte (P_1, P_2, \dots, P_n) der von der Phasenschieberanordnung (3) abgekehrten Stirnfläche (22₁) des anderen Schichtwellenleiters (22) zur individuellen Auskopplung aus diesem anderen Schichtwellenleiter (22) verteilt sind,

und/oder

- die Wellenlängenkanäle ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) individuell in räumlich getrennten Punkten (P_1, P_2, \dots, P_n) der von der Phasenschieberanordnung (3) abgekehrten Stirnfläche (22₁) des anderen Schichtwellenleiters (22) in diesen anderen Schichtwellenleiter (22) einkoppelbar und in diesem anderen Schichtwellenleiter (22) jeweils auf alle Wellenleiter (31, 32, ..., 3m) der Phasenschieberanordnung (3) verteilbar sind, und

- die auf die Wellenleiter (31, 32, ..., 3m) der Phasenschieberanordnung (3) verteilten Wellenlängenkanäle ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$) in diesen Wellenleitern (31, 32, ..., 3m) dem einen Schichtwellenleiter (21) zugeführt und in diesem einen Schichtwellenleiter (21) durch optische Interferenz einem gemeinsamen Punkt (P_0) der der Substratkante zugekehrten Stirnfläche (21₁) des einen Schichtwellenleiters (21) zur gemeinsamen Auskopplung aus diesem einen Schichtwellenleiter (21) zugeführt sind,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- daß der eine Schichtwellenleiter (21) unmittelbar an der Substratkante (11) derart angeordnet ist, daß eine optische Achse (20) dieses einen Schichtwellenleiters (21), welche die beiden Stirnflächen (21₁, 21₂) dieses Schichtwellenleiters (21) verbindet, im wesentlichen senkrecht zur Substratkante (11) ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die von der Phasenschieberanordnung (3) abgekehrte Stirnfläche (22₁) des anderen Schichtwellenleiters (22) einer

12

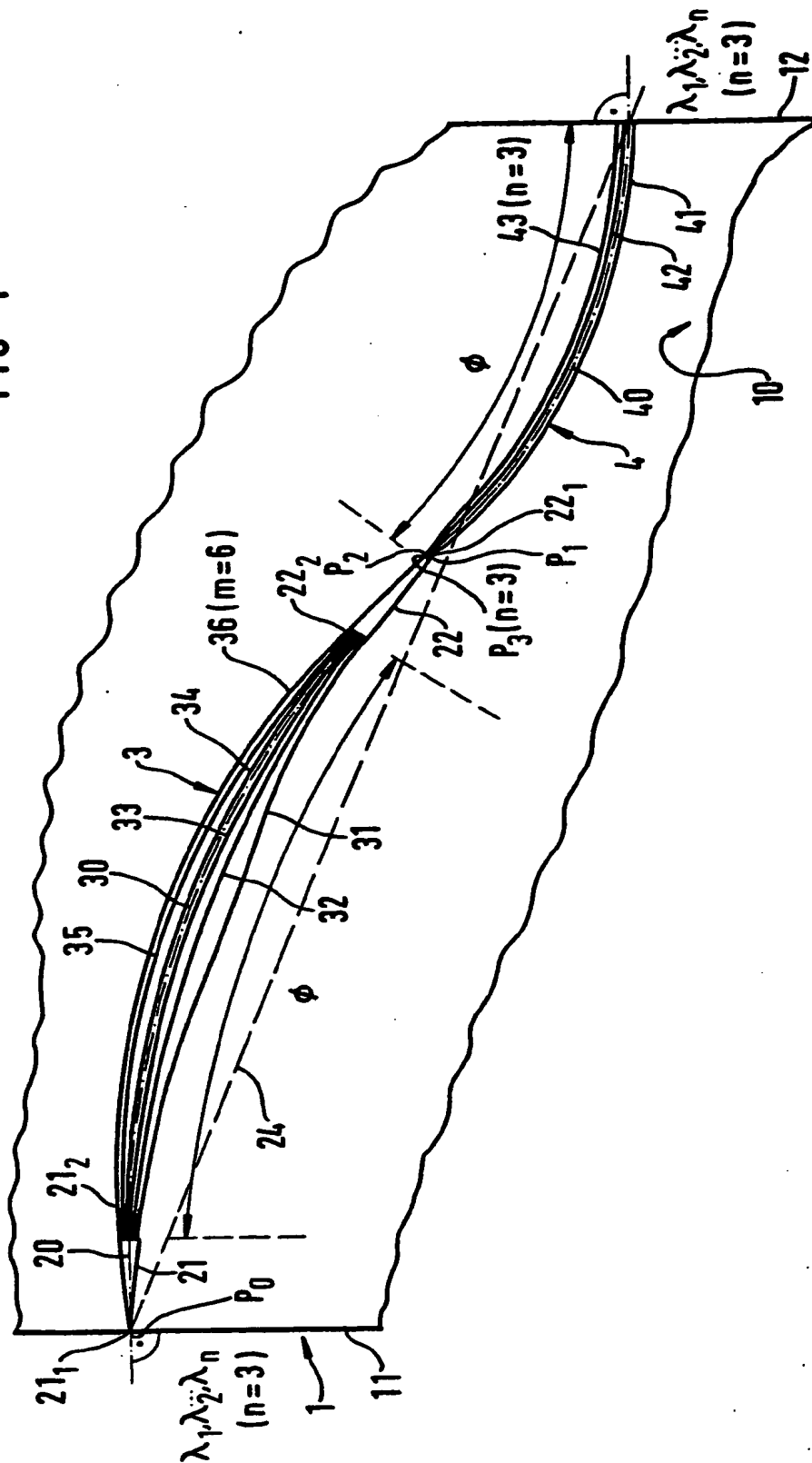
anderen Substratkante (12) zugekehrt und in einem Abstand von dieser anderen Substratkante (12) angeordnet ist, und daß eine Aus- und/oder Einkoppelanordnung (4) aus mehreren streifenartigen optischen Wellenleitern (41, 42, ... 4n), welche die
5 mehreren Punkte ($P_1, P_2, \dots P_n$) zur individuellen Aus- und/oder Einkopplung der Wellenlängenkanäle ($\lambda_1, \lambda_2, \dots \lambda_n$) der der anderen Substratkante (12) zugekehrten Stirnfläche (22₁) des anderen Schichtwellenleiters (22) mit der anderen Substratkante (12) verbinden, vorgesehen ist.

10

3. Einrichtung nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die eine Substratkante (11) und andere Substratkante (12) im wesentlichen parallel zueinander sind, und
15 daß die Wellenleiter (41, 42, ... 4n) der Aus- und/oder Einkoppelanordnung (4) gekrümmt sind und eine gemeinsame gekrümmte optische Achse (40), die zu einer den Wellenleitern (31, 32, ... 3m) der Phasenschieberanordnung (3) gemeinsamen gekrümmten optischen Achse (30) entgegengesetzt aber mit im
20 wesentlichen der gleichen Krümmung und in einem im wesentlichen gleichen Krümmungswinkel (Φ) gekrümmt ist, aufweisen und senkrecht an der anderen Substratkante (12) enden.

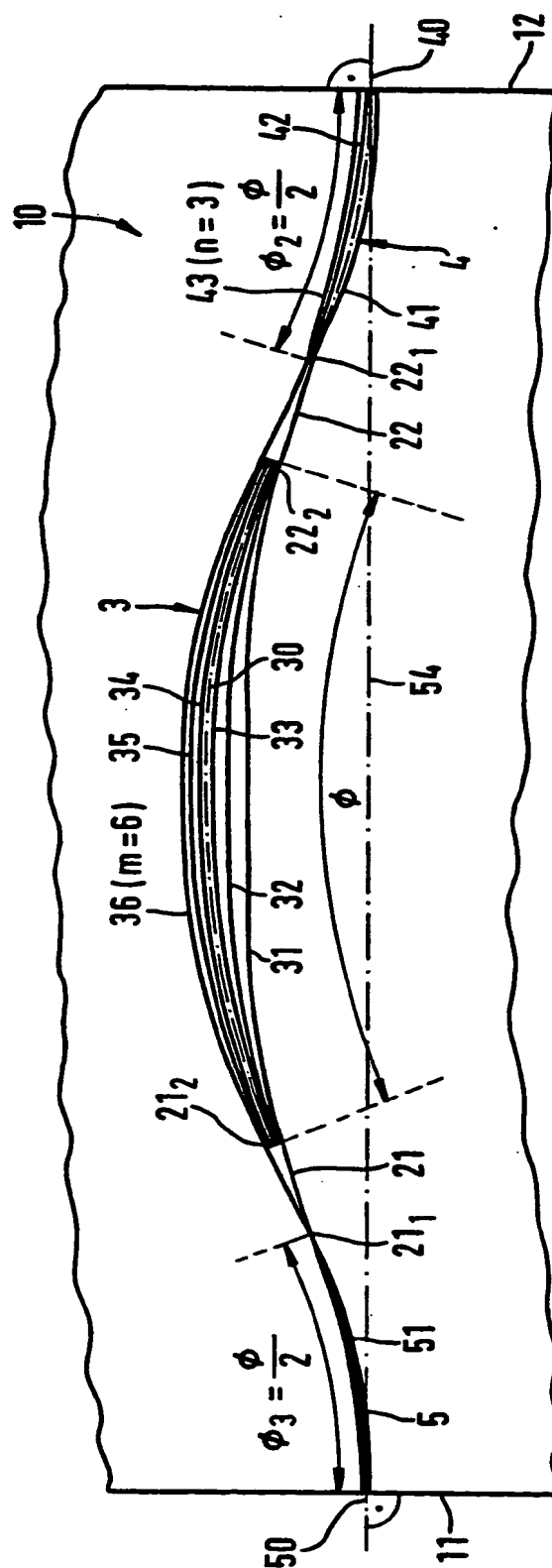
1 / 2

FIG 1



2 / 2

FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In International Application No
PCT/DE 95/00745

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G02B6/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY., vol.11, no.2, February 1993, NEW YORK US pages 212 - 219 R.ADAR ET.AL. 'Broad-band array multiplexers made with silica waveguides on silicon' cited in the application see the whole document --- | 1-3 |
| A | JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY., vol.8, no.1, January 1990, NEW YORK US pages 118 - 124 A.V.VELLEKOOP ET.AL. 'A small-size polarization splitter based on a planar optical phased array' cited in the application see the whole document --- -/-- | 1-3 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 September 1995

Date of mailing of the international search report

29.09.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mathyssek, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In tional Application No
PCT/DE 95/00745

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol.3, no.10, October 1991, NEW YORK US pages 896 - 899 C.DRAGONE ET.AL. 'Integrated optics n x n multiplexer on silicon' cited in the application see the whole document ----- | 1 |
| A | EP,A,0 476 384 (SIEMENS) 25 March 1992 see page 4, line 52 - line 58 see page 5, line 1 - line 55 see claims; figures 2-6 ----- | 1 |

PCT/DE 95/00745

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ☐ nationales Aktenzeichen
PCT/DE 95/00745

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G02B6/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
IPK 6 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A | JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY., Bd.11, Nr.2, Februar 1993, NEW YORK US Seiten 212 - 219 R.ADAR ET.AL. 'Broad-band array multiplexers made with silica waveguides on silicon' in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument --- | 1-3 |
| A | JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY., Bd.8, Nr.1, Januar 1990, NEW YORK US Seiten 118 - 124 A.V.VELLEKOOP ET.AL. 'A small-size polarization splitter based on a planar optical phased array' in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument --- | 1-3 |
| -/-- | | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| | |
|---|---|
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. September 1995 | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 29.09.95 |
| Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016 | Bevollmächtigter Bediensteter Mathyssek, K |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen
PLT/DE 95/00745

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|--|--------------------|
| A | IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, Bd.3, Nr.10, Oktober 1991, NEW YORK US Seiten 896 - 899 C.DRAGONE ET.AL. 'Integrated optics n x n multiplexer on silicon' in der Anmeldung erwähnt siehe das ganze Dokument ---- | 1 |
| A | EP,A,0 476 384 (SIEMENS) 25. März 1992 siehe Seite 4, Zeile 52 - Zeile 58 siehe Seite 5, Zeile 1 - Zeile 55 siehe Ansprüche; Abbildungen 2-6 ----- | 1 |

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

Seite 2 von 2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen
PCT/DE 95/00745

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP-A-0476384 | 25-03-92 | JP-A- 4234704 US-A- 5226100 | 24-08-92 06-07-93 |
| <p>-----</p> <p>Docket # <u>IT-273</u></p> <p>Applic. # <u>09/894,675</u></p> <p>Applicant: <u>Melchior et al.</u></p> <p>Lerner and Greenberg, P.A. Post Office Box 2480 Hollywood, FL 33022-2480 Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101</p> | | | |

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)